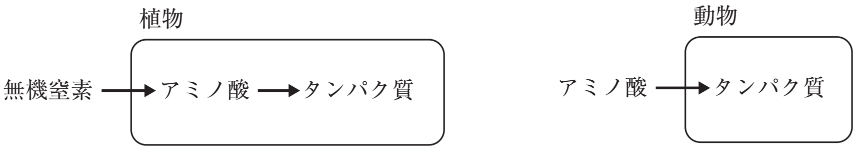
第10講　窒素同化

■窒素同化

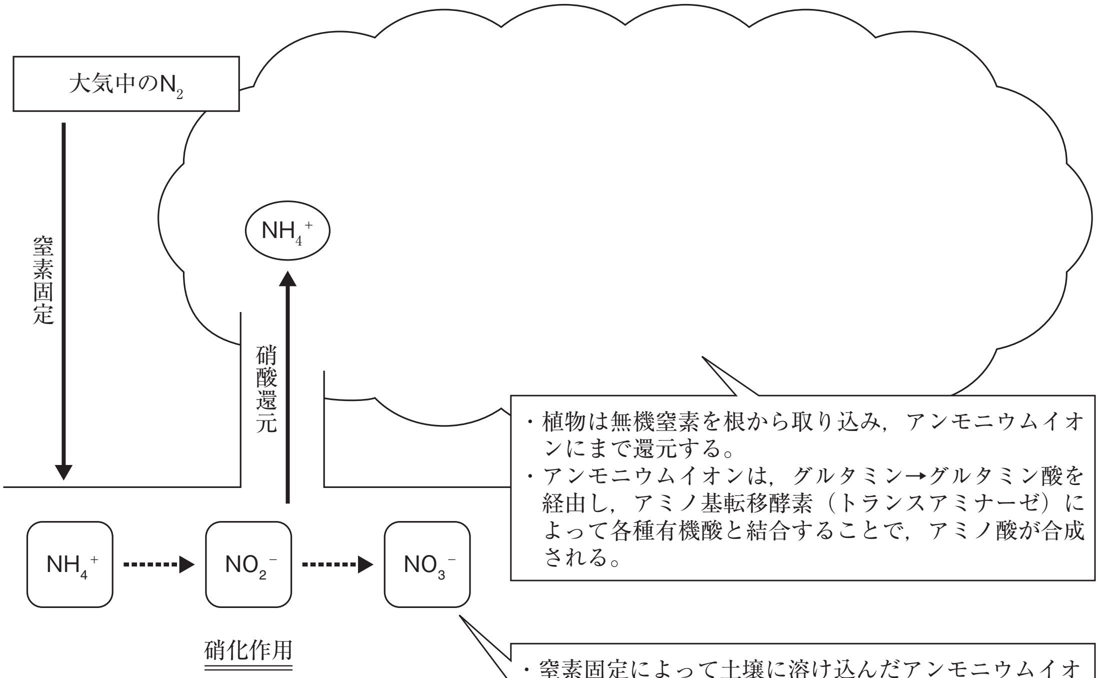
…　単純な窒素から複雑な窒素の合成

・生物は外部から窒素を取り込み，タンパク質を合成している

・植物は無機窒素の形で窒素を取り込み，アミノ酸を合成してからタンパク質合成。
動物はアミノ酸の形で窒素を取り込み，タンパク質を合成。



◆植物の窒素同化



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆**窒素固定**　…　空気中の窒素は，窒素固定細菌によって土壌に取り込まれる。

酵素：ニトロゲナーゼが触媒

$N_2 + 3H_2 + ATP \longrightarrow 2NH_3$　（常温，常圧）

窒素固定細菌

ex　根粒菌　…マメ科植物の根に共生
アゾトバクター　…好気性細菌
クロストリジウム　…嫌気性細菌
ネンジュモ　…シアノバクテリア

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　演習問題

土壌中および大気中の窒素の利用に関する次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

植物は，様々な元素を外界から取り込んでいる。多くの植物は，大気中の炭素を取り込み，自らの成長に使うほか，動物や微生物に供給して生態系を維持している。また，他の元素の多くは土壌から根を通して吸収される。大気中では，窒素が体積にして約80％を占めているが，多くの植物はこれを直接利用できない。しかし，ある種の微生物は，大気中の窒素を固定して利用することができる。

生物の遺体や排出物の多くは，土壌中の腐敗細菌などにより分解される。炭水化物と脂肪は分解されると二酸化炭素と水になり，タンパク質などの窒素を含む生体物質からは，二酸化炭素と水の他に[1]ができる。このとき，[1]の一部が土壌中の水に溶け[2]となる。[2]は土壌中の[3]菌と[4]により[3]イオンに変えられ，その後[5]菌と[4]によって[5]イオンに変えられる。[2]や[5]イオンは根から吸収され，道管を通って葉の細胞に取り込まれる。葉の細胞の細胞質基質には[5]イオンを[6]する酵素が含まれており，吸収された[5]イオンは[3]イオンに変えられて葉緑体に入る。葉緑体には[3]を[6]する酵素があり，[3]イオンは[2]に変えられる。

生成された[2]は，[7]と結合し[8]となる。さらに，[8]のアミノ基が[9]の働きによって，別の有機酸に渡されていろいろなアミノ酸がつくられる。このようにして生成したアミノ酸は，タンパク質，核酸，ATP，クロロフィルを合成するために利用される。

問１　文中の[1]～[6]に当てはまる最も適切な語を下の解答群から選べ。ただし，[　　]の中の同じ番号には同じものが当てはまる。

〔解答群〕

① 水	② ATP	③ 同　化
④ アンモニウムイオン	⑤ 酸　素	⑥ 酸　化
⑦ 鉄	⑧ 水　素	⑨ 還　元
⓪ アンモニア	ⓐ 硝　酸	ⓑ 硫　黄
ⓒ 窒　素	ⓓ 亜硝酸	ⓔ 炭　素

問２　文中の[7]～[9]に当てはまる最も適切なものを下の解答群から選べ。ただし，[　　]の中の同じ番号には同じものが当てはまる。

〔解答群〕

① アスパラギン	② アルギニン	③ 制限酵素
④ 還元酵素	⑤ クエン酸	⑥ 酸化酵素
⑦ オキサロ酢酸	⑧ グルタミン酸	⑨ ケトグルタル酸
⓪ リンゴ酸	ⓐ グルタミン	ⓑ 転移酵素

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　下線部に関して，大気中および土壌中の窒素ガス(N_2)を利用する細菌の中には，植物と共生関係にあるものがある。この共生関係にある植物名と微生物名の最も適切な組み合わせを下の解答群から1つ選べ。

〔解答群〕

① イ　ネ：根粒菌　② トウモロコシ：アゾトバクター

③ ダイズ：根粒菌　④ ゲンゲ(レンゲソウ)：クロストリジウム

⑤ アカウキクサ：根粒菌　⑥ シロツメクサ：硝酸菌

⑦ ヤシャブシ：亜硝酸菌

問4　植物が硝酸カリウム20gを吸収し，7gのタンパク質を合成した。硝酸カリウムに含まれる窒素のうち，何%がタンパク質に取り込まれたか，小数第一位まで求めよ。割り切れない場合は，小数第二位を四捨五入せよ。ただし，タンパク質中の窒素含量を16%とし，原子量はH＝1，C＝12，N＝14，O＝16，K＝39とする。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　確認テスト

生体における窒素利用に関して，それぞれの問い（問１～問４）に答えなさい。

生命活動に不可欠なタンパク質や核酸などの物質は，窒素原子（N）を含む有機窒素化合物であり，多くの植物ではアンモニウムイオンや硝酸イオンなどのかたちで無機窒素化合物を土壌中の根から取り入れ，有機窒素化合物を合成する。動物では，有機窒素化合物を食物から摂取して，動物自身に必要な有機化合物を合成する。このように取り入れた窒素化合物をもととして生体に必要な(1)有機窒素化合物を合成する働きを（　ア　）という。

大気中には窒素（N_2）が体積としておよそ（　イ　）％含まれているが，ほとんどの生物はこのN_2を直接（　ア　）に利用できない。しかし，(2)一部の生物は大気中のN_2を取り込んで,（　ウ　）してアンモニウムイオンに変えることができる。このような働きを（　エ　）という。特に根粒菌は土壌中では（　エ　）を行わないが，エンドウやダイズなどのマメ科の農作物に共生すると（　エ　）を行う。このため，無機窒素化合物の乏しいやせた土壌でもマメ科の植物は比較的によく生育する。

問１　下線部(1)に関する記述（a～c）について，正しいものの組み合わせを，以下の①～⑧から１つ選びなさい。

a　植物体内で硝酸イオンは，硝酸還元酵素と亜硝酸還元酵素の働きによってアンモニウムイオンに還元される。

b　植物体内でつくられたアンモニウムイオンは，グルタミンと結合することにより，グルタミン酸になる。

c　緑色植物は，この働きを経て体内でデンプン，タンパク質，クロロフィル，ATPなどの有機窒素化合物を合成する。

①　(a)　②　(b)　③　(c)　④　(a，b)
⑤　(a，c)　⑥　(b，c)　⑦　(a，b，c)　⑧　該当なし

問２　下線部(2)のことがらを自身で直接行う生物として，最も適切と考えられるものを，以下の①～⑧から１つ選びなさい。

①　ホウレンソウ　②　レンゲソウ　③　マツ
④　エンドウ　⑤　ネンジュモ　⑥　酵母菌
⑦　大腸菌　⑧　乳酸菌

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　空欄ア～エに入る語の組み合わせとして正しいものを，以下の①～⑨から１つ選びなさい。

	ア	イ	ウ	エ
①	窒素固定	60	酸化	窒素同化
②	窒素同化	60	酸化	窒素固定
③	窒素同化	60	還元	窒素固定
④	窒素固定	70	酸化	窒素同化
⑤	窒素同化	70	還元	窒素固定
⑥	窒素固定	70	還元	窒素同化
⑦	窒素同化	80	酸化	窒素固定
⑧	窒素固定	80	還元	窒素同化
⑨	窒素同化	80	還元	窒素固定

問４　ある植物Xを土壌で生育させると，根から吸収された窒素原子（N）の80％がタンパク質中に取り込まれ，植物体内で10gのタンパク質が合成された。タンパク質の窒素含量を16％とし，根から吸収された窒素原子（N）がすべて硝酸イオンに由来するとした場合，吸収された硝酸イオンは何gか。最も近い値を以下の①～⑩から１つ選びなさい。ただし，原子量はN＝14，O＝16とする。

①　3　　②　5　　③　7　　④　9　　⑤　11　　⑥　13
⑦　15　　⑧　17　　⑨　19　　⑩　21

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　演習問題

問１　1　⓪　2　④　3　ⓓ　4　⑤　5　ⓐ　6　⑨

問２　7　⑨　8　⑧　9　ⓑ

問３　③

問４　40.4%

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　確認テスト

問１　①　　問２　⑤　　問３　⑨　　問４　④

【解説】

問１　ａについて，植物が根から吸い上げた硝酸イオンは，硝酸還元酵素，亜硝酸還元酵素の働きによってアンモニウムイオンに還元される。この過程は,硝酸還元といわれる。ｂについて，植物体内でつくられてアンモニウムイオンは，グルタミン酸と結合することでグルタミンを生じる。基質と生成物が逆である。ｃについて，植物は窒素同化で合成したアミノ酸から，さらに複雑な有機窒素化合物を合成する。タンパク質やクロロフィル，ATPなどは窒素化合物であるが，デンプンは窒素を含まない。

問２　N_2を直接取り込んでアンモニウムイオンに変える作用は窒素固定とよばれ，窒素固定細菌やネンジュモなどのシアノバクテリアなどが行う。窒素固定細菌には，アゾトバクターやクロストリジウム，マメ科植物に共生する根粒菌などが知られている。

問３　(ア)単純な窒素化合物から複雑な窒素化合物を合成する過程は窒素同化とよばれる。(イ)大気中に窒素はおよそ80％含まれている。(ウ)，(エ)窒素固定によってN_2からアンモニウムイオンが生じる際，窒素は水素と反応することで還元されている。

問４　硝酸イオンの分子量は62であり，そのなかの14が窒素に相当するので，Agの硝酸イオンを植物が根から吸収したとすると，タンパク質に取り込まれた窒素は$A\times\frac{14}{62}\times0.8$となる。これが10gのタンパク質内の窒素となっているので，$A\times\frac{14}{62}\times0.8=10\times0.16$が成り立つ。これを解くと，$A=8.85\cdots$となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。